

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

012081155 **Image available**
WPI Acc No: 1998-498066/199843
XRAM Acc No: C98-150150
XRPX Acc No: N98-389085

**Illumination system and exposure apparatus for semiconductor processing -
with inside reflection type integrator and wave front division type
integrator and changeable state illumination**

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Inventor: TSUJI T

Number of Countries: 027 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 867772	A2	19980930	EP 98302129	A	19980320	199843 B
JP 10270312	A	19981009	JP 9769671	A	19970324	199851
KR 98080521	A	19981125	KR 989848	A	19980321	200005
JP 3005203	B2	20000131	JP 9769671	A	19970324	200010
TW 396397	A	20000701	TW 98104201	A	19980320	200104

Priority Applications (No Type Date): JP 9769671 A 19970324

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

EP 867772 A2 E 26 G03F-007/20

Designated States (Regional): AL AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI
LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

JP 10270312 A 16 H01L-021/027

KR 98080521 A H01L-021/027

JP 3005203 B2 16 H01L-021/027 Previous Publ. patent JP 10270312

TW 396397 A H01L-021/027

Abstract (Basic): EP 867772 A

An illumination system comprises: (a) an initially reflecting optical integrator (4) reflecting at least a portion of received light with its inside surface, and to define a surface light source at or adjacent a light exit surface (4'); (b) a second optical integrator (7) for dividing the wave front of received light (7') and for defining light sources at or adjacent a light exit surface (7'); (c) imaging optical system (8), with variable imaging magnification, for imaging the surface light source at or adjacent a light entrance surface of the second optical integrator; (d) collecting optical system for superposing light rays from the light sources one upon another on the surface to be illuminated (9).

Also claimed is an exposure apparatus which transfers a mask pattern onto a wafer by exposure, and a semiconductor device production technique which involves applying a resist to and a mask transfer by exposure onto a wafer.

USE - Suitable as a manufacturing method for semiconductor devices, magnetic sensors or liquid crystal devices.

ADVANTAGE - No change occurs in illuminance distribution on the surface of an object such as a mask or reticle even if the path of laser light from a laser light source shifts. Imaging magnification is variable.

Dwg.1/13

Title Terms: ILLUMINATE; SYSTEM; EXPOSE; APPARATUS; SEMICONDUCTOR; PROCESS;
REFLECT; TYPE; INTEGRATE; WAVE; FRONT; DIVIDE; TYPE; INTEGRATE; CHANGE;
STATE; ILLUMINATE

Derwent Class: L03; P84; S01; U11; U13; U14; X26

International Patent Class (Main): G03F-007/20; H01L-021/027

International Patent Class (Additional): G02B-027/00; BFG0-3F007/20;

AO-H01L021/027

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): L04-C06; L04-D

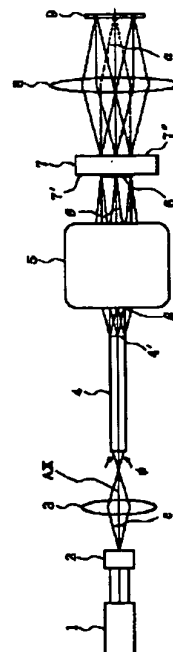
Manual Codes (EPI/S-X): S01-E01B1; U11-C04E1; U13-A02; U14-K01A5; X26-X

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)10月9日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
G 0 2 B 27/00		G 0 3 F 7/20	5 0 5
G 0 3 F 7/20	5 0 5		5 2 1
	5 2 1	G 0 2 B 27/00	V
		H 0 1 L 21/30	5 2 7
		審査請求 有	請求項の数33 O L (全 16 頁)

(21)出願番号	特願平9-69671	(71)出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成9年(1997)3月24日	(72)発明者	辻 俊彦 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(74)代理人	弁理士 丸島 健一



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光の少なくとも一部を内面で反射して光出射面又はその近傍に強度分布が均一な面光源を形成する内面反射型の第1インテグレートと、入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型の第2インテグレートと、前記面光源を前記第2インテグレートの光入射面又はその近傍に結像する結像光学系と、前記複数の光源からの光を被照明面上で互いに重ね合わせる集光光学系とを有し、前記結像光学系が結像倍率を変えることができることを特徴とする照明装置。

【請求項2】 前記第1インテグレートは角柱状又は角錐状のガラス棒、若しくは3枚以上の平面鏡を各々の反射面が対面するように組み合わせたカレイドスコープ（万華鏡）を備えることを特徴とする請求項1の照明装置。

【請求項3】 前記第2インテグレートはフライアイレンズ（ミラー）又はレンチキュラーレンズ（ミラー）又は光ファイバー束を備えることを特徴とする請求項1又は2の照明装置。

【請求項4】 前記結像光学系は互いに結像倍率が異なる複数の光学系を有し、該複数の光学系の一つが前記第1、第2インテグレートの間を選択的に供給されることを特徴とする請求項1-3のいずれかに記載の照明装置。

【請求項5】 前記結像光学系は像面位置を一定又はほぼ一定に維持しつつ焦点距離が変化するように変位する複数の移動レンズを備えることを特徴とする請求項1-3のいずれかに記載の照明装置。

【請求項6】 光源からの光を前記第1インテグレートに入射させる光学系が、前記光源からの光が光軸と直交する方向又はほぼ直交する方向に偏心しても前記第1インテグレートへ入射する際の発散角（収斂角）を一定に維持するための光学部材を備えることを特徴とする請求項1-5のいずれかに記載の照明装置。

【請求項7】 前記光学部材が、入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型のインテグレート（第3インテグレート）を有することを特徴とする請求項6に記載の照明装置。

【請求項8】 前記第3インテグレートがフライアイレンズであることを特徴とする請求項7に記載の照明装置。

【請求項9】 前記光学部材が、レンズと該レンズの口径よりも小さな開口を備える絞りとを有することを特徴とする請求項6に記載の照明装置。

【請求項10】 前記光学部材を複数個有し、該複数個の光学部材は互いに異なる発散角（収斂角）の光を出射するように構成され、前記結像倍率の変更に応じて光路中にある前記光学部材を他の前記光学部材と交換することにより、前記結像倍率の変更に係わらず前記第2イ

ンテグレートに入射する光の開口数を一定又はほぼ一定に維持することを特徴とする請求項6に記載の照明装置。

【請求項11】 前記光学部材は焦点距離が可変であることを特徴とする請求項6に記載の照明装置。

【請求項12】 前記光学部材は直交する二断面に関しての発散角（収斂角）が互いに異なる光束を出射することを特徴とする請求項6に記載の照明装置。

【請求項13】 入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型インテグレートと、光源からの光を前記インテグレートの光入射面に照射する照射光学系と、前記複数の光源からの光を被照明面上で互いに重ね合わせる集光光学系とを有し、前記照射光学系は、前記光源からの光の前記光入射面上での大きさ及び／又は強度分布を変えるために焦点距離が可変であり、前記焦点距離の変化による前記光入射面へ入射する光線束の開き角の変化を補正又はほぼ補正するように構成してあることを特徴とする照明装置。

【請求項14】 前記インテグレートはフライアイレンズ（ミラー）又はレンチキュラーレンズ（ミラー）又は光ファイバー束を備えることを特徴とする請求項13の照明装置。

【請求項15】 前記照射光学系は、入射光の少なくとも一部を内面で反射して光出射面又はその近傍に強度分布が均一な面光源を形成する内面反射型のインテグレートと、前記面光源を前記波面分割型インテグレートの光入射面又はその近傍に結像する結像光学系とを有し、前記結像光学系の焦点距離が可変であり、前記結像光学系は焦点距離を変えて結像倍率を変えることを特徴とする請求項13又は14の照明装置。

【請求項16】 前記内面反射型インテグレートは角柱状又は角錐状のガラス棒、若しくは3枚以上の平面鏡を各々の反射面が対面するように組み合わせたカレイドスコープであることを特徴とする請求項15の照明装置。

【請求項17】 前記結像光学系は互いに結像倍率が異なる複数の光学系を有し、該複数の光学系の一つが前記2つのインテグレートの間を選択的に供給されることを特徴とする請求項15又は16のいずれかに記載の照明装置。

【請求項18】 前記結像光学系は像面位置を一定又はほぼ一定に維持しつつ焦点距離が変化するように変位する複数の移動レンズを備えることを特徴とする請求項15又は16のいずれかに記載の照明装置。

【請求項19】 前記照射光学系は、入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型のインテグレートを複数個有し、該複数個の波面分割型インテグレートは、互いに焦点距離が異なり、それらの一つが前記光源と前記内面反射型インテグレートの間の光路中に供給され、前記焦点距離の変化に応じて光路中の前記波面分割型インテグレートを他の前記波

面分割型インテグレートと交換することにより前記光入射面へ入射する光の開き角の変化を補正又はほぼ補正することを特徴とする請求項15-18のいずれかに記載の照明装置。

【請求項20】 前記照射光学系の前記複数の波面分割型インテグレートが夫々フライアイレンズであることを特徴とする請求項19載の照明装置。

【請求項21】 前記照射光学系が、レンズと該レンズの口径よりも小さな開口を備える絞りとを有する光学部材を複数個有し、該複数の光学部材は、互いに焦点距離が異なり、それらの一つが前記光源と前記内面反射型インテグレートとの間の光路中に供給され、前記焦点距離の変化に応じて光路中の前記光学部材を他の前記光学部材と交換することにより前記光入射面へ入射する光の開き角の変化を補正又はほぼ補正することを特徴とする請求項15-18のいずれかに記載の照明装置。

【請求項22】 前記照射光学系が前記光源と前記内面反射型インテグレートとの間にいずれか一つが配される複数の光学部材を有し、該複数の光学部材は互いに異なる発散角（収斂角）の光を出射するように構成され、前記焦点距離の変更に応じて光路中にある前記光学部材を他の前記光学部材と交換することにより前記光入射面へ入射する光の開き角の変化を補正又はほぼ補正することを特徴とする請求項15-18に記載の照明装置。

【請求項23】 前記照射光学系が前記光源と前記内面反射型インテグレートとの間に焦点距離が可変な光学手段を有し、該光学手段の焦点距離を変えることにより前記結像光学系の焦点距離の変化による前記光入射面へ入射する光の開口数の変化を補正又はほぼ補正することを特徴とする請求項15-18に記載の照明装置。

【請求項24】 前記光学部材又は光学手段又は波面分割型インテグレートは直交する二断面に関しての発散角（収斂角）が互いに異なる光束を出射することを特徴とする請求項15-23のいずれかに記載の照明装置。

【請求項25】 入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型の第1インテグレートと、入射光の少なくとも一部を内面で反射して光出射面又はその近傍に強度分布が均一な面光源を形成する内面反射型の第2インテグレートと、入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型の第3インテグレートと、前記第1インテグレートが形成した前記複数の光源を前記第2インテグレートに光入射面又はその近傍に結像する第1結像光学系と、第2インテグレートが形成する前記面光源を前記第3インテグレートに光入射面又はその近傍に結像する第2結像光学系と、前記第3インテグレートが形成した前記複数の光源からの光を被照明面上で互いに重ね合わせる集光光学系とを有することを特徴とする照明装置。

【請求項26】 前記第1インテグレートは直交する二

断面に関しての発散角（収斂角）が互いに異なる光束を出射することを特徴とする請求項25の照明装置。

【請求項27】 前記光源はエキシマレーザーであることを特徴とする請求項1-26に記載の照明装置。

【請求項28】 請求項1-27のいずれかの照明装置によりマスクのパターンを照明し、前記照明された前記マスクのパターンを投影光学系により基板上に投影することを特徴とする露光装置。

【請求項29】 前記エキシマレーザーはKrFエキシマレーザーであることを特徴とする請求項28の露光装置。

【請求項30】 前記エキシマレーザーはArFエキシマレーザーであることを特徴とする請求項28の露光装置。

【請求項31】 前記投影光学系は、石英及び／又は蛍石より成るレンズ系を含むことを特徴とする請求項28の露光装置。

【請求項32】 前記投影光学系は石英より成る回折光学素子を含むことを特徴とする請求項30の露光装置。

【請求項33】 請求項28-32のいずれかの露光装置によりデバイスパターンを基板上に転写する段階を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は照明装置、露光装置及びデバイス製造方法に関し、特に光源として真空紫外域の光を発するエキシマレーザーを用いて電子回路等の微細パターンが形成されているマスク面やレチクル面やウエハ面を均一に照明する照明装置、露光装置及びデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体チップの製造工程では、複数のマスクに設けられた微細パターンをウエハ面上に順次重ねて転写する。

【0003】この場合露光装置の照明装置により、ウエハ面と光学的に共役に位置に配置されたマスク（レチクル）を照明することによりマスク面のパターンを投影レンズを介してウエハ面に投影し転写する。

【0004】ウエハ面上に転写されるパターンの像質は、照明装置の性能例えばマスク面やウエハ面での照度分布の均一性等に大きく影響される。この照度分布の均一性を内面反射型のインテグレートと振幅分割型のインテグレートとを用いて向上させた照明装置は、例えば、特開昭64-913号公報（太田、鈴木）や特開平1-295216号公報（渋谷）や特開平1-271718号公報（工藤、松本）や特開平2-48627号公報（工藤）等が提案している。

【0005】図13に内面反射型及び振幅分割型の各インテグレートを用いる照明装置の部分的概略図を示す。

【0006】図13において、レーザー光源101を発

したレーザー光は、レンズ系107により内面反射型インテグレートである光パイプ110の光入射面のわずか手前に一旦収束した後発散して光パイプ110の内面反射面に所定の発散角度を成して光パイプ110に入射する。

【0007】光パイプに入射した発散レーザー光は光パイプ110の内部をその内面で反射しながら伝播するので、光パイプ110は光軸と垂直な平面例えば平面113にレーザー光源101に関する虚像を複数個形成することになる。

【0008】光パイプ110の光出射面110'では、複数の虚像即ち見掛け上の複数の光源から恰も出射したかのように見える複数のレーザー光束が重ね合わされ、従って、光パイプ110の光出射面110'には強度分布が均一な面光源が形成される。

【0009】コンデンサレンズ105と開口絞り111とフィールドレンズ112とにより光パイプ110の光出射面110'と振幅分割型インテグレートであるフライアイレンズの光入射面106とが光学的に共役関係にあり、光出射面110'の強度分布が均一な面光源がフライアイレンズの光入射面106上に結像されるので、フライアイレンズに断面の強度分布が均一な光が入射する。フライアイレンズは、その光出射面に複数の光源（2次光源）を形成し、不図示のコンデンサーレンズ系が複数の光源からの光束を不図示のレチクル上に重ね合わせてレチクルのパターン全体を均一な強度で照明する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】図13に示す照明装置では、フライアイレンズの直後に形状及び径が固定された開口絞り111が設けてある。従って、照明装置の開口数（2次光源の寸法）が一定であり、レチクルの最小パターンの寸法に応じて照明状態を変えることができない。

【0011】又、図13に示す照明装置では、レーザー光源101がある種のエキシマレーザーのようにレーザー光LBの光路が光軸AXに直交する方向に変位する光源の場合、光路の微小変化に伴いフライアイレンズの光入射面106各点に入射する光線束LFの強度分布が変化し、その結果レチクル上での照度分布が変化するという問題がある。

【0012】そこで、本発明の第1の目的は、照明状態を変えることができる、内面反射型及び振幅分割型の各インテグレートを用いる照明装置を提供することにある。

【0013】この第1の目的を達成する装置として振幅分割型インテグレート直前に結像倍率が可変な結像光学系を配することが考えられるが、結像倍率を変えると光線束LFの開き角NAが変化し、特に倍率を小さくする場合に光線束の開き角NAがフライアイレンズの各レンズ要素が許容できる範囲を越えて大きくなり、各レン

ズ要素に入射した光線束の一部が、各レンズ要素内でけられて、フライアイレンズから必要な範囲（方向）に出射せず、レチクルを照明する光束の量が減少するという問題が生じる場合がある。

【0014】そこで発明の第2の目的は、このような場合（内面反射型インテグレートのある無しに関係なく）でも、マスク（レチクル）を照明する光束の量が殆ど減少しない振幅分割型インテグレートを用いる照明装置を提供することにある。

10 【0015】更にまた、本発明の第3の目的は、レーザー光源からのレーザー光の光路が変位しても被照明面上での照度分布が変化しない、内面反射型及び振幅分割型の各インテグレートを用いる照明装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成する本発明の照明装置は、入射光の少なくとも一部を内面で反射して光出射面又はその近傍に強度分布が均一な面光源を形成する内面反射型の第1インテグレートと、入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型の第2インテグレートと、前記面光源を前記第2インテグレート入射面又はその近傍に結像する結像光学系と、前記複数の光源からの光を被照明面上で互いに重ね合わせる集光光学系とを有し、前記結像光学系が結像倍率を変えることができることを特徴とする。

【0017】上記第2の目的を達成する本発明の他の照明装置は、入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型インテグレートと、光源からの光を前記インテグレート入射面に照射する照射光学系と、前記複数の光源からの光を被照明面上で互いに重ね合わせる集光光学系とを有し、前記照射光学系は、前記光源からの光の前記光入射面上での大きさ及び/又は強度分布を変えるために焦点距離が可変であり、前記焦点距離の変化による前記光入射面へ入射する光線束の開き角の変化を補正又はほぼ補正するように構成してあることを特徴とする。

【0018】上記第3の目的を達成する本発明の更に別の照明装置は、入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型の第1インテグレートと、入射光の少なくとも一部を内面で反射して光出射面又はその近傍に強度分布が均一な面光源を形成する内面反射型の第2インテグレートと、入射光の波面を分割して光出射面又はその近傍に複数の光源を形成する波面分割型の第3インテグレートと、前記第1インテグレートが形成した前記複数の光源を前記第2インテグレート入射面又はその近傍に結像する第1結像光学系と、第2インテグレートが形成する前記面光源を前記第3インテグレート入射面又はその近傍に結像する第2結像光学系と、前記第3インテグレートが形成した

前記複数の光源からの光を被照明面上で互いに重ね合わせる集光光学系とを有することを特徴とする。

【0019】本発明によれば、上記の各照明装置を適用した露光装置やデバイス製造方法も提供される。露光装置としては、特に、0.5ミクロンよりも小さい解像力を有する、ステップ&リピート型の縮小投影露光装置やステップ&スキャン型の投影露光装置がある。又、この種の露光装置により製造される上記デバイスには、LSIやVLSI等の半導体チップや、CCD、磁気センサ、液晶素子等がある。

【0020】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施例を示す概略図で、LSIやVLSI等の半導体チップや、CCD、磁気センサ、液晶素子等のデバイスを製造する、ステップ&リピート型やステップ&スキャン型の投影露光装置に用いる照明装置の概略図である。

【0021】図1において、1はArFエキシマレーザー（波長約193nm）やKrFエキシマレーザー（波長約248nm）等のレーザー光源、2は入射光が変位してもそれから出射する光束の出射角が変化しない（保存する）出射角度保存光学素子、3は集光光学系、4は光束混合手段、5はズーム光学系、7は多光束発生手段、8は集光光学系、9はデバイスパターンが形成されたマスク（レチクル）等の被照明物体を示す。又、AXは照明装置の光軸を示す。

【0022】集光光学系8及びズーム光学系5は、基本的に複数のレンズ素子より成り、場合によっては光路を折り曲げるためのミラーを少なくとも一枚有する。又、レンズ素子が一枚の場合もある。特にズーム光学系の複数のレンズ素子の内の複数のレンズ素子は不図示の駆動機構により光軸AXに沿って移動するよう構成しており、複数のレンズ素子を光軸方向に所定の関係で動かすことにより、結像面の位置を固定しつつ結像倍率を変えられるようにしてある。

【0023】光束混合手段4は、例えば、単一の光パイプ又は複数の光パイプを束ねた光パイプ束である。光パイプは、レーザー光源1からのレーザー光に対して透過率の良い硝材（石英や蛍石）を用いた多角柱又は頂点側を切断した多角錐より成るガラス棒や、3枚以上の平面鏡を各々の反射面を対面させて筒状に構成したカレイドスコープ（万華鏡）のような中空の光学素子から成る。この中空の光学素子も外形は多角柱又は頂点側を切断した多角錐となる。光パイプの側面にある反射面（ガラス棒の場合は空気との界面、中空光学素子の場合は内側の反射面）は平坦で高い反射率を有する。光束混合手段4は、その側面の反射面により入射光の少なくとも一部を反射しつつ伝播させて入射光の複数の光線を混ぜ合わせることで、その光出射面4'に又はその近傍に強度分布が均一な面光源（光）を形成する。以下、本願明細書では、光束混合手段4及びこれと同じ機能を有す

るものを「内面反射型インテグレート」と記載する。

【0024】多光束発生手段7は、複数の微小レンズより成るハエの目レンズや光ファイバー束等からなり、その光入射面7'に入射した入射光の波面を複数の部分に分割してその光射出面7''又はその近傍に複数の点光源から成る面光源（光）を形成している。複数の点光源からの光は後段の光学系を介して互いに重なり合い所定の平面に強度分布が均一な面光源（光）を形成する。以下、本願明細書では、多光束発生手段7及びこれと同じ機能を有するものを「波面分割型インテグレート」と記載する。

【0025】レーザー光源1から射出したレーザー光は不図示のミラーやリレーレンズから成る光束引き回し光学系を経て出射角度保存光学素子2に入射する。出射角度保存光学素子2は図2（A）に示すようにアパーチャ21とレンズ系22から構成されており、入射光束が光軸AXに直交又はほぼ直交する方向にある範囲内で変位して光束27から光束28の状態に変化しても、出射角度保存光学素子2から射出される光束の出射角度（開き角） ϵ が一定である性質を有する。

【0026】又、出射角度保存光学素子2は、図2（B）に示すような複数の、微小レンズ23より成るハエの目レンズにより構成しても良い。この場合は出射角度 ϕ は微小レンズの形状に依存する。図2（B）の光学素子2も、入射光束が光軸AXに直交する方向にある範囲内で変位して光束27から光束28の状態に変化しても、出射角度保存光学素子2から射出する光束の出射角度（開き角） ϵ が一定である。尚、ハエの目レンズ以外の波面分割型インテグレートが、出射角度保存光学素子2として適用可能である。

【0027】出射角度保存光学素子2から出射角度 ϵ で射出された光束（ハエの目レンズの場合は多光束）は、集光光学系3により内面反射型インテグレートの手前に一旦集光され、その後内面反射型インテグレート4内に発散状態で入射する。内面反射型インテグレート4に入射した発散光束は、その内面反射面で多重反射しながら内部を通過して光軸AXに垂直な平面にレーザー光源1の複数の虚像（見掛けの光源像）を形成する。従って内面反射型インテグレート4の光射出面4'では、これら複数の虚像からあたかも射出したかのように見える複数の光束が互いに重ね合わされるので、光射出面4'における照度分布は均一になる。この現象については後で図4を用いて説明する。

【0028】内面反射型インテグレート4に入射する時のレーザー光の発散角（出射角度保存光学素子2と集光光学系3に依存する）と、内面反射型インテグレート4の長さ（径）とを考慮しつつ内面反射型インテグレート4の形状を決定すると、各虚像から出て被照明物体9に入射する個々のレーザー光の光路長差がレーザー光固有のコヒーレンス長以上に設定でき、レーザー光の時

間的コヒーレンスを低下させさせることにより被照明物体9上でのスペックルの発生を抑えることができる。

【0029】さて図1に戻り、内面反射型インテグレート4の光出射面4'に形成された均一な照度分布(光強度分布)を持つ面光源(光)は、ズーム光学系5により所望の倍率で、波面分割型インテグレート7の光入射面7'上へ拡大結像され、光入射面7'上に均一光源像6が形成されることになる。

【0030】光入射面7'上に均一光源像6が形成されると、光入射面7'の光強度分布がそのまま波面分割型インテグレート7光出射面7''に転写され、光出射面7''又はその近傍には、個々の強度が互いにほぼ等しい多数個の点光源より成る、光強度分布が均一な面光源が形成される。

【0031】光出射面7''又はその近傍の多数個の点光源から射出する各光束は、集光光学系8により、被照明物体9上で互いに重なり合うように物体を照明するので、被照明物体9全体の照度分布は均一となる。

【0032】上記の「所望の倍率」とは被照射物体9へ入射する照射光束の開き角(出射角度) α が露光に最適な値になるように均一光源像6の大きさが設定される倍率であり、被照明物体が微細パターンを有するマスク(レチクル)等の場合には、マスクパターンの種類(最小パターン線幅の大小)に応じてこの「所望の倍率」が変えられる。

【0033】「所望の倍率」を m とする時、内面反射型インテグレート4から出射する光束の開き角(出射角度) β に依存するズーム光学系5の光入射側開口数を NA' 、波面分割型インテグレート7に入射する光束の開き角(入射角度) θ に依存するズーム光学系5の光出射側開口数を NA'' とすると、 $NA' = m \cdot NA''$ が成立する。ここで、角度 θ の大きさは波面分割型インテグレート7の光入射側開口数 NA を越えない範囲で、且つこの開口数 NA にできるだけ近い値であることが、照明光の利用効率の観点から望ましい。

【0034】従って本実施例の照明装置では、角度 θ の値は、倍率 m の値の変化によらず、常時、波面分割型インテグレート7の入射側開口数に適合した最適角度に設定されるようにしている。

【0035】即ち、マスクの種類などの露光の条件が変わり、ズーム光学系5の最適な倍率 m の値を無視できない程度に変える時には、内面反射型インテグレート4からの射出する光束の開き角 β の値も変えることにより、照明光の利用効率が低下しないようにする。

【0036】尚、ある条件の露光に最適な倍率 m が決まると、(1)式に基いて、内面反射型インテグレート4から射出する光束の開き角 β (射出角度 β)の最適角度が適宜決める。

【0037】本実施例の照明装置は、角度 β の値が内面反射型インテグレート4へ入射する光束の入射角度 ϕ に

等しく且つ入射角度 ϕ が出射角度保存光学素子2からの光束の開き角(出射角度) ϵ に依存していることを利用し、出射角度保存光学素子2を露光条件に応じて他の出射角度 ϵ が異なる出射角度保存光学素子に切り換えることにより、角度 θ の値を一定又はほぼ一定に維持している。

【0038】この出射角度保存光学素子2の切り換えについて図3(A)及び(B)を用いて説明する。

【0039】図3において、2aは出射角度 $\epsilon (= \epsilon_a)$ が小さい出射角度保存光学素子であり、2bは出射角度 $\epsilon (= \epsilon_b)$ が大きい出射角度保存光学素子であり、その他の符番については図1で説明した符番と同じ部材を指す。

【0040】一般に半導体チップ製造用投影露光装置の照明装置においては、被照明物体9であるマスク(レチクル)のパターン形成面に入射する光束の開き角(入射角度) α を最適角度に設定し且つ入射光束の利用効率(光量)も高く維持することが要求されるので、本実施例の照明装置では、ズーム光学系と複数個の出射角度保存光学素子2を用意し、マスクの種類の変更等必要に応じて、ズーム光学系と光学素子の切り替えを行なうことにより達成している。

【0041】図3(A)はマスク9に入射する光束の入射角度 α が比較的小さい場合(この状態を「小 σ (シグマ)」の状態と言う。)を示し、マスク9の回路パターンの最小線幅が比較的大き場合(サブミクロンの範囲ではあるが)に対応する。尚、 σ (シグマ)は照明光学系の光出射側開口数 N_i と投影光学系の光入射側開口数 N_p の比(N_i/N_p)を意味する。

【0042】この小 σ の状態を設定するためには、波面分割型インテグレート7の光入射面7'上に内面反射型インテグレート4の光出射面4'(そこ又はその近傍にある面光源)を小さい倍率で結像する必要がある。これはズーム光学系5の倍率を小さくすることにより達成されるが、前述したように入射角度 θ は波面分割型インテグレート4の構成に依存した最適角度に維持される必要がある。そこで、この小 σ 値の状態に変える時には、入射角度 α の値に対応する倍率になるようにズーム光学系の倍率を変えると共に、入射角度 θ の値が最適値に維持されるように、出射角度が $\epsilon_b (> \epsilon_a)$ である出射角度保存光学素子2bを出射角度が ϵ_a である出射角度保存光学素子2aに切替える。

【0043】図3(B)はマスク9に入射する光束の入射角度 α が比較的大きい場合(この状態を「大 σ (シグマ)」の状態と言う。)を示し、マスク9の回路パターンの最小線幅が比較的小さい場合(サブミクロンの範囲ではあるが)に対応する。この大 σ の状態を設定するためには、波面分割型インテグレート7の光入射面7'上に内面反射型インテグレート4の光出射面4'(そこ又はその近傍にある面光源)を大きい倍率で結像する必要

11

がある。これはズーム光学系5の倍率を大きく大きくすることにより達成されるが、前述したように入射角度 θ は波面分割型インテグレート4の構成に依存した最適角度に維持される必要がある。そこで、この大 α 値の状態に変える時には、入射角度 α の値に対応する倍率になるようにズーム光学系の倍率を変えると共に、入射角度 θ の値が最適値に維持されるように、出射角度が $e a (< e b)$ である出射角度保存光学素子2aを出射角度が $e b$ である出射角度保存光学素子2bに切換える。

【0044】ここでは、ズーム光学系の結像倍率と出射角度保存光学素子とを2段階で切換える説明を行なったが、ズーム光学系の結像倍率と出射角度保存光学素子とを3段階以上で切換えるように構成することもできる。上記実施例のズーム光学系は所定の範囲で連続的に倍率を変えられるから3段階以上の倍率変更は容易で、従ってそのまま使用でき、又、出射角度保存光学素子は、互いに焦点距離が異なる3種類以上の出射角度保存光学素子を準備しておけばいい。尚、出射角度保存光学素子を切換えてもそれらによるレーザー光の集光位置（本実施例の場合無限遠にある発光部の実像又は虚像の絶対位置）は一定に維持される構成とする。

【0045】又、ズーム光学系として互いに結像倍率が異なる複数種の結像光学系を用意しておき、2つのインテグレート4、7の間に選択的に一つの結像光学系を設けるようにしてもいい。一方、出射角度保存光学素子に、光軸方向に動く複数のレンズを有するズーム光学系を用いてもいい。

【0046】次に内面反射型インテグレート4の光射出面4'の照度分布が均一になる理由について図4を用いて説明する。

【0047】図4では、内面反射型インテグレート4は六角柱状のガラス棒であるとす。尚、図4は光軸AXを含む側断面図である。

【0048】不図示の集光光学系3からのレーザー光は焦点P0に一旦集光（結像）し、その後、発散角 ϕ を有する発散光束となる。この時、レーザー光がエキシマレーザー光である場合は、一般に大強度であるため、焦点P0近傍では莫大なエネルギー密度となり、内面反射型インテグレート4の光入射面のコーティング（反射防止膜）や硝材そのものを破壊してしまう恐れがある。従って、このような場合は図示の通り焦点P0から少し距離をおいて内面反射型インテグレート4を配置する。

【0049】内面反射型インテグレート4に入射した発散光束は内面反射面で繰り返し反射（所謂全反射）しながら内部を通過した後、入射した際の発散角度 41 を保ったまま内面反射型インテグレート4から出射する。この時、内面反射型インテグレート4の内面反射面の各部分において反射された光束は反射後も発散しているの

12

P5、P6、P7、P8、P9、P10を形成する。図示してはいないが、実際には六角柱のガラス棒の場合には、残りの二組の内面反射面に対する作用により上記と同様な虚像群が更に形成されている。

【0050】従って内面反射型インテグレート4の光射出面4'では、これら多数の虚像からあたかも射出したかのように見える多数の光束が互いに重なり合い、照度分布が均一になる。

【0051】図5は図4の内面反射型インテグレート4により生じた虚像（見掛けの光源像）群の配列を、例えば図3（A）の配置において波面分割型インテグレート7を構成する一つの微小レンズの光射出面から見た図を示している。図5において、51は波面分割型インテグレート7の微小レンズを、P1からP10は図4の虚像を示している。図5から分かる通り、内面反射型インテグレート4が六角柱の光パイプの場合には虚像群は蜂の巣状に配列するが、内面反射型インテグレート4が四角柱の光パイプである場合は虚像群は矩形的格子状に配列する。尚、この虚像は、集光光学系3と内面反射型インテグレート4の間に形成されたレーザー光の集光点（点光源）の像である。

【0052】本実施例の照明装置は、図3（A）に示した通り出射角度保存光学素子2a、2bが $m \times n$ 個の微小レンズより成るハエの目レンズ（ $m \geq 2$ 、 $n \geq 2$ ）であるから、虚像群の一つ一つの虚像は $m \times n$ 程度に分割された複数像で構成される。従ってこの分割複数像が蜂の巣状に並んだ虚像が見え、これらが波面分割型インテグレート7の微小レンズ一つに対応することになる。

【0053】従って、本実施例の照明装置は、波面分割型インテグレート7の光射出面7'又はその近傍に形成された複数の点光源（有効光源）からの各光束を集光光学系8により被照明物体9上に重畳して照明する際の点光源（有効光源）の数を非常に多くしており、被照明物体9全体がより均一な照度分布となるように物体9を照明することを可能にしている。

【0054】また、図2（B）で説明したように、レーザー光源1からの光束が外乱により微小変位したとしても、出射角度保存光学素子2a、2bからの光束の出射度 e は一定に維持されるので、図5における分割複数像の各々が微小変動するだけであって、蜂の巣状を成す虚像群には変動がなく、出射角度保存光学素子2a、2b波面分割型インテグレート7の各微小レンズ51の中の虚像全体をマクロに見たときの変動は殆どなく、従って被照明物体9上の照度分布への影響も無視できる程度に小さくなる。

【0055】従って本実施例の照明装置は、レーザー光源1からのレーザー光が変位しても非常に性能が安定している系である。

【0056】図6に上記実施例の照明装置をLSIやVLSI等の半導体チップや、CCD、磁気センサ、液晶

素子等のデバイスを製造するステップ&リビート型又はステップ&スキャン型投影露光装置に適用した実施例を示す。

【0057】図6において、91はA r FエキシマレーザやK r Fエキシマレーザ等のレーザ光源1からの平行光束を所望のビーム形状に整形するための光束整形光学系、92はコヒーレントなレーザ光束をインコヒーレント化するためのインコヒーレント化光学系、93はマスク9の回路パターン等の等倍像又は縮小像を投影する投影光学系、94は基板(シリコンやガラス)に感光材を塗布したウエハを示す。又、ここでは図1に示した部材と同じ部材には図1と同じ符番を付し、説明は省略する。

【0058】レーザ光源1からのレーザ光は、投影光学系93が色収差補正されていない場合にはスペクトル線の半値幅が1 pm - 3 pm程度に狭帯域化されており、投影光学系93が色収差補正されている場合には、スペクトル線の半値幅が10 pm以上のある値に狭帯域化されている。又、投影光学系93が色収差補正されている場合に狭帯域化されていないレーザ光を用いる場合もある。

【0059】投影光学系93としては複数のレンズ素子のみで構成した光学系や複数のレンズ素子と少なくとも一枚の凹面鏡とで構成した光学系や複数のレンズ素子と少なくとも一枚のキノフォーム等の回折光学素子とで構成した光学系が使用できる。色収差の補正は、互いに分散値(アッペ数)の異なる硝材より成る複数のレンズ素子を用いたり、上記回折光学素子をレンズ素子と逆方向の分散が生じるように構成したりする。

【0060】レーザ光源1から射出したレーザ光は不図示のミラーやリレーレンズから成る光束引き回し光学系を経て光束整形光学系91に入射する。この光束整形光学系91は、複数のシリンドリカルレンズやビームエキスパンダ等より構成されており、レーザ光の(光軸AXと垂直な)断面形状の寸法の縦横比率を所望の値に変換する。

【0061】光束整形光学系91により断面形状が整形された光束は、ウエハ94上で光が干渉してスベクルを生じること防ぐ目的でインコヒーレント化光学系92に入射し、光学系92によりスベクルが生じにくいインコヒーレントな光束に変換される。

【0062】インコヒーレント化光学系92としては、例えば特開平3-215930号公報の図1に開示されているような、入射光束を光分割面で少なくとも2つの光束(例えばp偏光とs偏光)に分岐した後で一方の光束を光学部材を介して他方の光束に対してレーザ光のコヒーレンス長以上の光路長差を与えてから該分割面に再導光して他方の光束と重ね合わせて射出されるようにした折り返し系を少なくとも一つ備える光学系を用いることができる。

【0063】インコヒーレント化光学系92からのインコヒーレント化された光束は、出射角度保存光学素子2に入射する。以下図1乃至図5を用いて述べた手順により、波面分割型インテグレート7の各微小領域(微小レンズ)から出射した光束が集光光学系8によりマスク9を重ねして照明し、マスク9の投影すべき回路パターン全面で均一な照度分布が得られるようにマスク9を均一照明する。そしてマスク9上に形成された回路パターンが投影光学系93によりウエハ94上に投影結像され、ウエハ94の感光材料への回路パターン(像)の露光が行なわれる。尚、ウエハ94は不図示のXYZ可動ステージに真空吸着法等により固定されており、XYZ可動ステージは紙面の上下左右前後に平行移動する機能を持ち、その移動は不図示のレーザ干渉計等の測長器で制御される。このような技術は周知技術であるので、詳しい説明は省略する。

【0064】図6においては、波面分割型インテグレート7の光出射側光路中に照明用の開口絞りが配置されていないが、互いに異なる σ 値に対応する複数の開口絞りを円盤(ターレット)等に設けておき、ズーム光学系のズーミングと出射角度保存光学素子の切換えに連動させて円盤を回転させることにより、 σ 値に合わせて所望の開口絞りを波面分割型インテグレート7の光出射側光路中に挿入するように構成してもいい。

【0065】複数の開口絞りの開口形状としては、通常の円形開口や円環(リング)状開口や特開平4-329623号公報(鈴木)に記載された光軸外の4つの開口等が使える。

【0066】図7及び図8を用いて本発明の照明装置の他の実施例を説明する。

【0067】図7及び図8は、LSIやVLSI等の半導体チップや、CCD、磁気センサ、液晶素子等のデバイスを製造するステップ&スキャン(走査)型の投影露光装置に好適な照明装置の概略図である。

【0068】図7(A)と(B)は本実施例の照明装置が前述の小 σ の状態にある場合を示しており、(A)は照明装置をスキャン方向(以下、「z方向」と記す。)から見た図で、(B)は照明装置をスキャン方向と直交する方向(以下、「y方向」と記す。)から見た図である。又、図8(A)と(B)は本実施例の照明装置が前述の大 σ の状態にある場合を示しており、(A)は照明装置をz方向から見た図で、(B)は照明装置をy方向から見た図である。尚、以下、図8(A)、(B)において光軸AXと光軸ACからy方向に延びる軸を含む断面をxy断面、光軸AXと光軸AXからz方向に延びる軸を含む断面をxz断面と記す。

【0069】図7及び図8において、20a、20bはxy断面とxz断面とで出射光束の開き角(出射角度)が異なる出射角度保存光学素子、40は内面反射型インテグレート、40'は内面反射型インテグレート7の光出射面、7

0は波面分割型インテグレート、70'、70''は波面分割型インテグレートの光入射面、光出射面、200yはマスク上の照明域(光)のy方向の長さ、200zはマスク上の照明域(光)のz方向の長さを示す。又、図中の図1乃至図6で示した部材と同じ部材には図3と同一の符番を付している。

【0070】図7及び図8で示す本実施例の照明装置の基本的な構成と機能は、その変形例も含めて図1乃至図6で示した前記実施例の照明装置と同じであり、本実施例の照明装置の前記実施例の照明装置との相違点は出射角度保存光学素子と内面反射型インテグレートと波面分割型インテグレートの構成と機能にある。従って、ここでは前記実施例との相違点のみ説明することにする。

【0071】ステップ&スキャン型の投影露光装置では、y方向に延びた(z方向よりもy方向の方が長い)矩形スリット状の照明域をマスク9上に効果的に形成する必要がある。

【0072】そこで本実施例では、出射角度保存光学素子として、各々が個々の微小レンズの光軸と直交する断面(yz断面)の形状がy方向に延びる矩形であるフライアイレンズより成る素子20aと20bを用い、内面反射型インテグレートとして、光軸と直交する断面(以下、「yz断面」と記す。)の形状がy方向に延びる一対の直線とz方向に延びる一対の直線とで表わされる四角柱の光パイプより成るインテグレート40を用い、波面分割型インテグレートとして、個々の微小レンズのyz断面の形状がy方向に延びる矩形であるフライアイレンズより成るインテグレート70を用いている。

【0073】出射角度保存光学素子20aと20bを構成する各微小レンズは、各々xy断面における開口数がxz断面における開口数よりも大きく、従って、各断面で見た光束の開き角(出射角度)の関係は、xy断面における出射角度 ϵ_{ay} 、 ϵ_{by} の方がxz断面における出射角度 ϵ_{az} 、 ϵ_{bz} よりも大きい。従って、図示された光束の開き角(出射角度又は入射角度) ϕ_y 、 ϕ_z 、 β_y 、 β_z 、 θ_y 、 θ_z 、 γ_y 、 γ_z 、 α_y 、 α_z の関係も、 $\phi_y > \phi_z$ 、 $\beta_y > \beta_z$ 、 $\theta_y > \theta_z$ 、 $\gamma_y > \gamma_z$ 、 $\alpha_y = \alpha_z$ である。ここで、 $\gamma_y > \gamma_z$ であるので、マスク9上ではy方向に延びた矩形スリット状の照明域が形成される。

【0074】又、前記実施例と同様に、 σ の大小に依存して $\epsilon_{ay} < \epsilon_{by}$ 、 $\epsilon_{az} < \epsilon_{bz}$ の関係があり、角柱状の光パイプの性質に依存して $\phi_y = \beta_y$ 、 $\phi_z = \beta_z$ の関係がある。

【0075】出射角度保存光学素子20aと20bは、xy断面における焦点距離がxz断面における焦点距離よりも小さい微小レンズを複数個2次的にyz断面にそって並べたフライアイレンズや図2(A)の絞リ21としてy方向に延びたスリット開口を有するものを用いた素子も適用可能である。尚、各フライアイレンズを構

成する微小レンズは、通常のレンズや回折光学素子(フレネルレンズ)によって構成される。

【0076】図9は図7及び図8の内面反射型インテグレート40により生じた虚像(見掛けの光源像)群の配列を、波面分割型インテグレート70を構成する一つの微小レンズの光射出面から見た図を示している。図9において、220は波面分割型インテグレート70の微小レンズを、Y1からY12及びZ1からZ8は虚像を示している。

【0077】図9から分かる通り、内面反射型インテグレート40が四角柱の光パイプであるので、虚像群はy方向とz方向と沿って格子状に配列する。又、内面反射型インテグレート40に入射する発散光束の入射角度がxy断面とxz断面とで互いに異なるので、内面反射面での反射回数がxy断面とxz断面とで互いに異なり、そのためy方向とz方向とで虚像の数が異なっている。尚、この虚像は、集光光学系3と内面反射型インテグレート40の間に形成されたレーザー光の集光点(点光源)の像である。

【0078】本実施例の照明装置は、図7及び図8に示した通り出射角度保存光学素子20a、20bが $m \times n$ 個の微小レンズより成るハエの目レンズ($m \geq 2$ 、 $n \geq 2$)であるから、虚像群の一つ一つの虚像は $m \times n$ 程度に分割された複数像で構成される。従ってこの分割複数像が格子状に並んだ虚像が見え、これらが波面分割型インテグレート70の微小レンズ一つに対応することになる。

【0079】従って、本実施例の照明装置も、波面分割型インテグレート70の光射出面70'又はその近傍に形成された複数の点光源(有効光源)からの各光束を集光光学系8によりマスク9上に重畳して照明する際の点光源(有効光源)の数を非常に多くしており、マスク9全体がより均一な照度分布となるようにマスク9を照明することを可能にしている。

【0080】以上のような構成を有する本実施例の照明装置も、前記実施例同様に、マスク9の種類等に応じて小 σ の状態と大 σ の状態を作る際に、ズーム光学系5の結像倍率を小さな値と大きな値の間で切換え且つ出射角度保存光学素子20aと出射角度保存光学素子20bを切換えることにより、角度 θ_y 、 θ_z の各々の値を一定又はほぼ一定に維持しつつ角度 α_y 、 α_z ($=\alpha_y$)の各々の値を変えることができ、光の利用効率を低下させることなく σ を変更することが可能である。又、レーザー光源からのレーザー光が変位してもマスク9上で照度むらが生じることもない。

【0081】図10に図7乃至図9で示した照明装置をLSIやVLSI等の半導体チップや、CCD、磁気センサ、液晶素子等のデバイスを製造するステップ&スキャン型の走査型露光装置に適用した実施例を示す。

【0082】図10において、91はArFエキシマレ

ーザやKrFエキシマレーザ等のレーザ光源1からの光束を所望のビーム形状に整形するための光束整形光学系、92はコヒーレントなレーザ光束をインコヒーレント化するためのインコヒーレント化光学系、93はマスク9の回路パターン等の等倍像又は縮小像を投影する投影光学系、94は基板(シリコンやガラス)に感光材を塗布したウエハを示す。又、ここでは図7乃至図9に示した部材と同じ部材には図7乃至図9と同じ符番を付し、説明は省略する。

【0083】レーザ光源1から射出したレーザ光は不図示のミラーやリレーレンズから成る光束引き回し光学系を経て光束整形光学系91に入射する。この光束整形光学系91は、複数のシリンドリカルレンズやビームエクスパンダ等より構成されており、レーザ光の(光軸AXと垂直な)断面形状の寸法の縦横比率を所望の値に変換する。

【0084】光束整形光学系91により断面形状が整形された光束は、ウエハ94上で光が干渉してスペックルを生じることを防ぐ目的でインコヒーレント化光学系92に入射し、光学系92によりスペックルが生じにくいインコヒーレントな光束に変換される。

【0085】インコヒーレント化光学系92としては、特開平3-215930号公報の図1に開示されているような、前述の光学系を用いることができる。

【0086】インコヒーレント化光学系92からのインコヒーレント化された光束は、出射角度保存光学素子20a又は20bに入射する。以下最初の実施例で図1乃至図5を用いて述べた手順と同様の手順により、波面分割型インテグレート70の各微小領域(微小レンズ)から射出した光束が集光光学系8によりマスク9を重ねて照明し、マスク9の投影すべき回路パターン全面で均一な照度分布が得られるようにマスク9を均一照明する。この時、マスク9上には、y方向に伸びる矩形スリット状の照明域(光)が形成される。そしてマスク9上に形成された回路パターンの内の前記照明域が形成された部分が投影光学系93によりウエハ94上に投影結像され、ウエハ94の感光材料への回路パターン(像)の露光が行なわれる。

【0087】ウエハ94は不図示のx y xの各方向に移動可能なXYZ可動ステージに真空吸着法等により固定されており、マスク9も不図示のx y xの各方向に移動可能なXYZ可動ステージに真空吸着法等により固定されており、各XYZ可動ステージの移動は不図示のレーザ干渉計等の測長器で制御される。そして、マスク9の回路パターン部の端部に矩形スリット状の照明域を形成した状態で各XYZ可動ステージを移動させて、マスク9をz方向にウエハ94を-z方向に走査することにより、マスク9の回路パターン全体をウエハ94上に投影して回路パターン全体をウエハ94上に転写する。尚、投影光学系93の投影倍率がM、マスク9の走査速度が

Vの時、ウエハ94の走査速度は $-M \times V$ である。

【0088】図11は、以上説明した各種露光装置によりLSIやVLSI(半導体チップ)等のデバイスを製造する際の製造フローを示す説明図であり、上記各実施例の露光装置はステップ4の「ウエハプロセス」で利用される。

【0089】図12は図11のウエハプロセスを示す説明図であり、上記各実施例の露光装置はステップ16の「露光」工程で使用される。

【0090】

【発明の効果】以上、本発明によれば、照明状態を変えることができる、内面反射型及び振幅分割型の各インテグレートをを用いる照明装置を提供することができる。

【0091】また、本発明によれば、照明状態を変えてもマスク(レチクル)等の被照明物体を照明する光束の量が殆ど減少しない振幅分割型インテグレートをを用いる照明装置を提供することができる。

【0092】更にまた、本発明によれば、レーザ光源からのレーザ光の光路が変位してもマスク(レチクル)等の被照明物体上での照度分布が変化しない、内面反射型及び振幅分割型の各インテグレートをを用いる照明装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の照明装置の第1実施例を示す概略図である。

【図2】出射角度保存光学素子の2つの例を示す概略図である。

【図3】出射角度保存光学素子の切り換えについての説明図である。

【図4】内面反射型インテグレートの機能についての説明図である。

【図5】図1乃至図4の内面反射型インテグレート4により形成される虚像群を示す説明図である。

【図6】本発明の露光装置の第1実施例を示す概略図で、図1の照明装置を搭載した露光装置を示している。

【図7】本発明の照明装置の第2実施例を示す概略図で、小σの状態における装置構成を示している。

【図8】本発明の照明装置の第2実施例を示す概略図で、大σの状態における装置構成を示している。

【図9】図7及び図8の内面反射型インテグレート40により形成される虚像群を示す説明図である。

【図10】本発明の露光装置の第2実施例を示す概略図で、図7及び図8が示す照明装置を搭載した露光装置を示している。

【図11】本発明のデバイス製造方法の製造フローの一例を示す説明図で、本発明の露光装置の第1実施例又は第2実施例がウエハプロセスに利用されるものである。

【図12】図11のウエハプロセスを示す説明図であり、本発明の露光装置の第1実施例又は第2実施例が露光工程に使用されるものである。

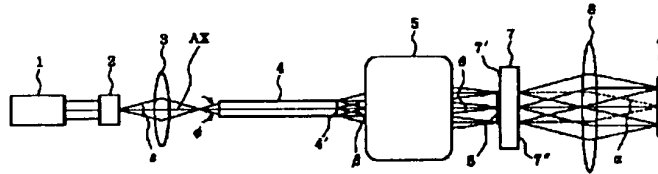
【図13】従来の照明装置を示す概略図である。

【符号の説明】

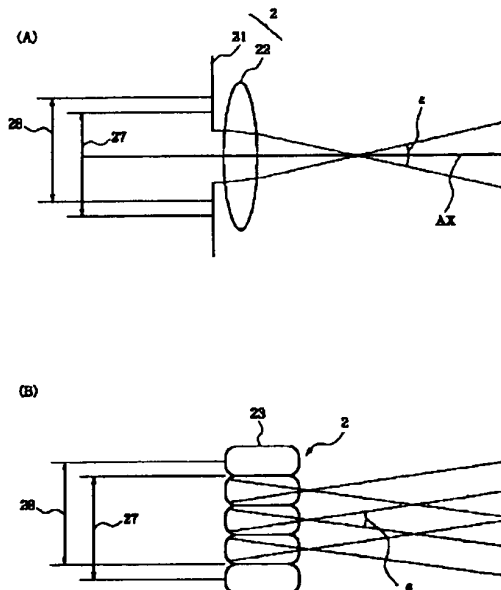
- 1 レーザ光源
2 射出角度保存光学素子
3 集光光学系
4 内面反射型インテグレータ

- 5 ズーム光学系
7 波面分割型インテグレータ
8 集光光学系
9 マスク
93 投影光学系
94 ウエハ

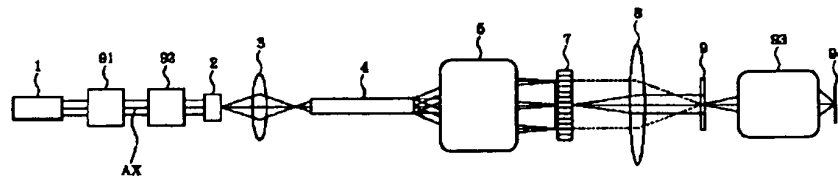
【図1】



【図2】

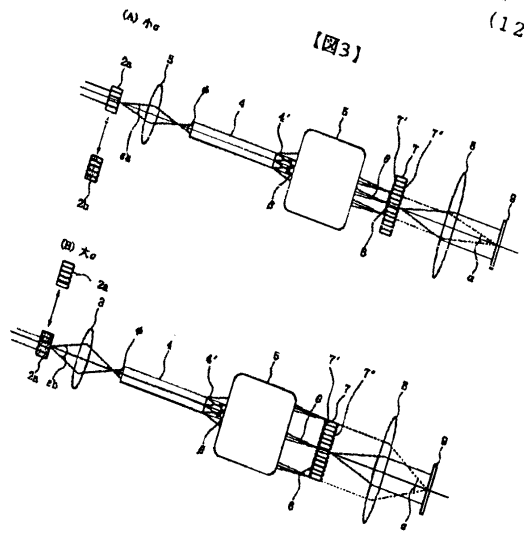


【図6】



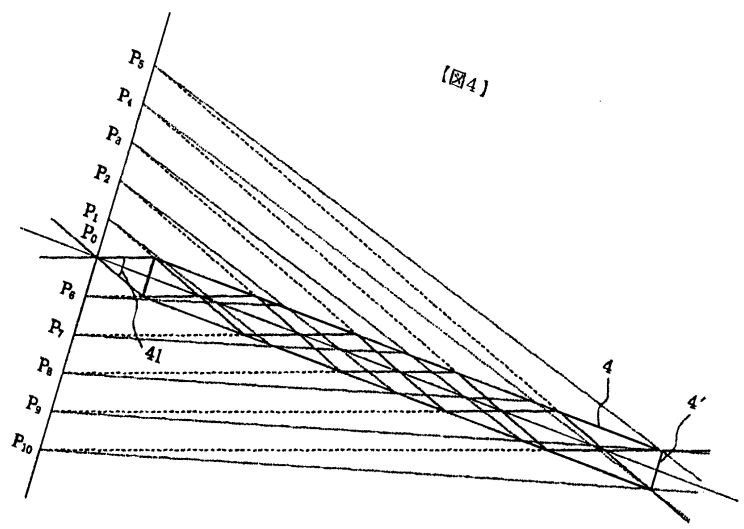
(12)

【图3】

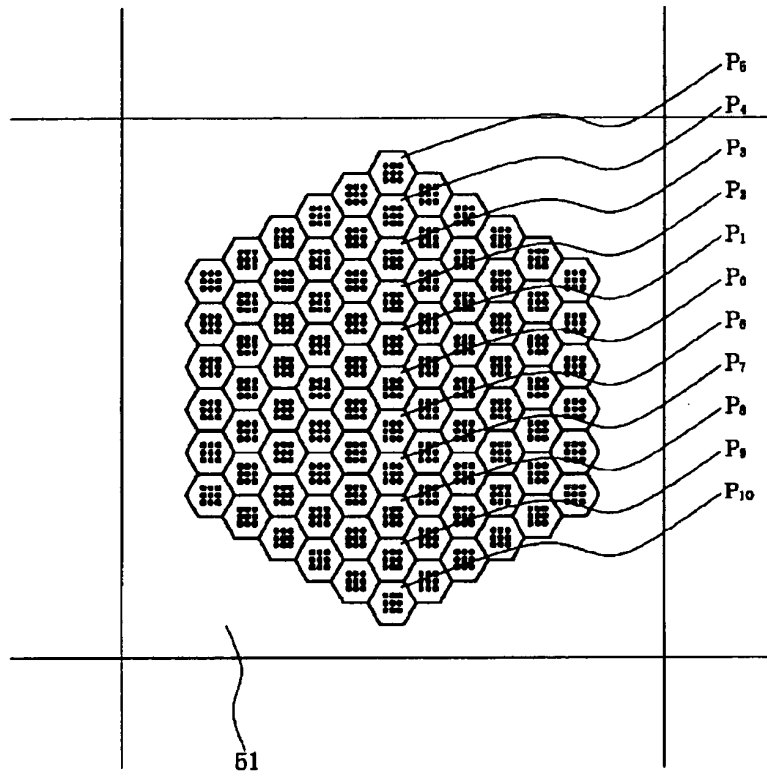


特開平10-270312

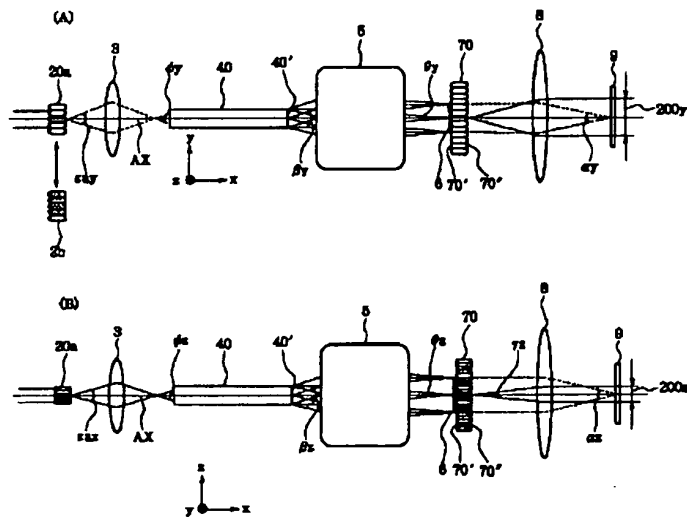
【图4】



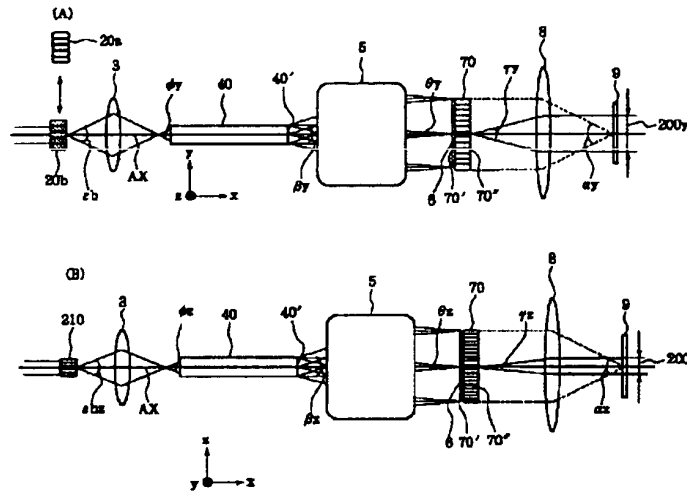
【図5】



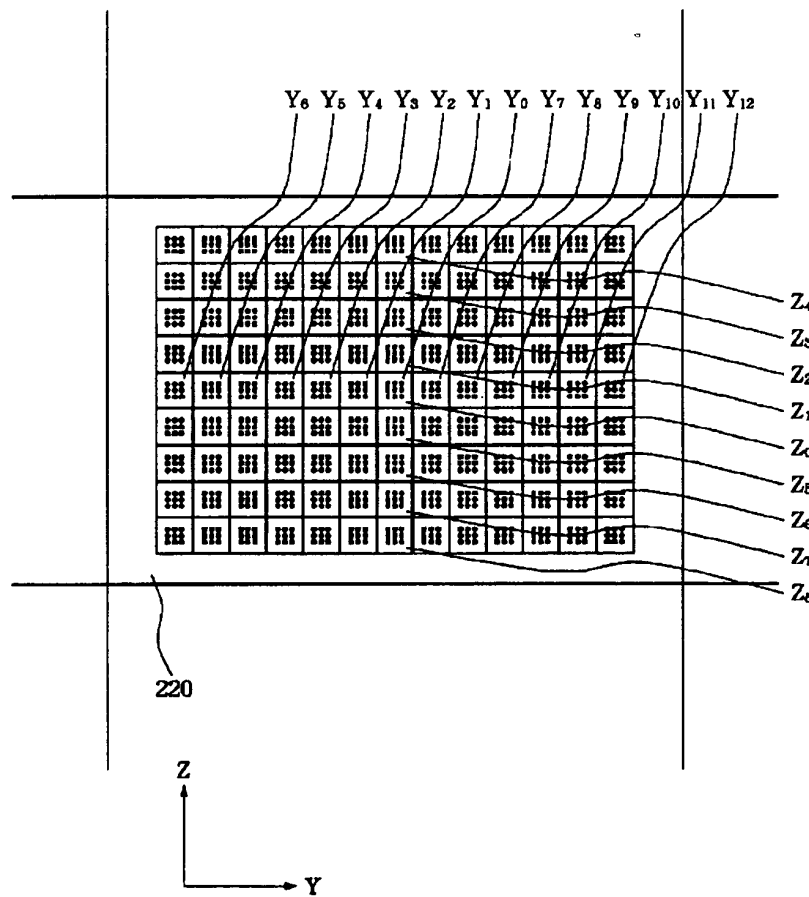
【図7】



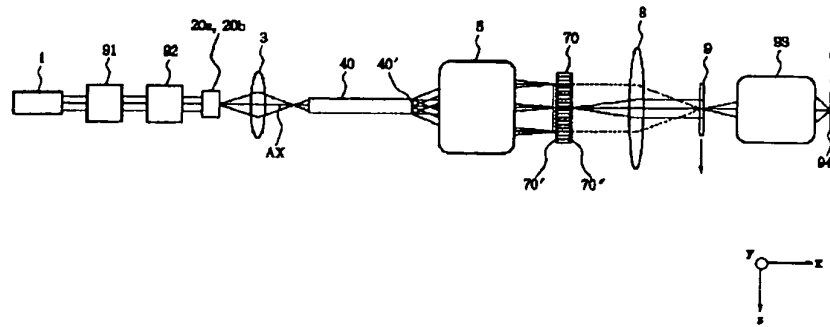
【図8】



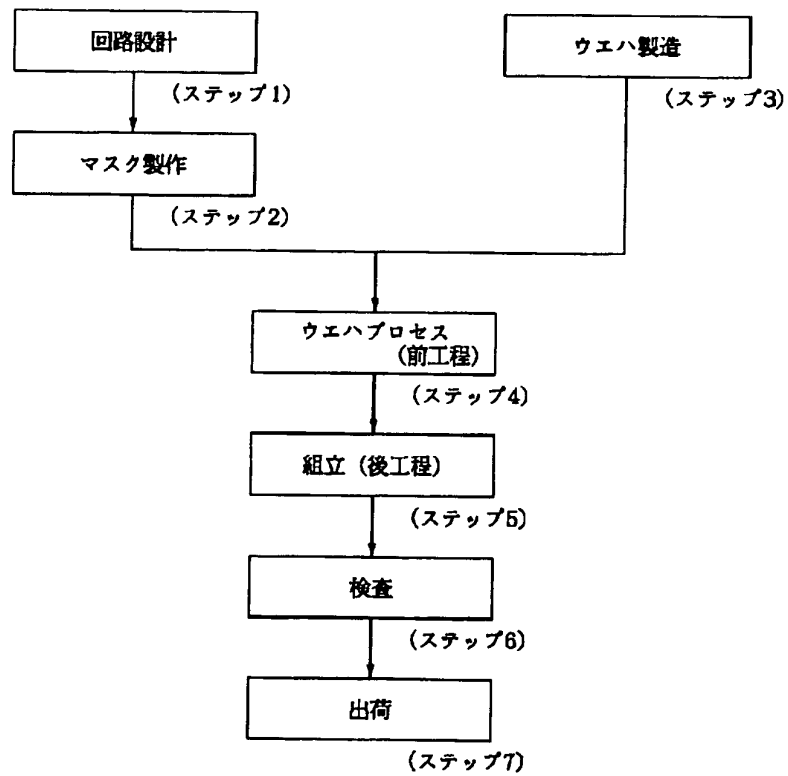
【図9】



【図10】

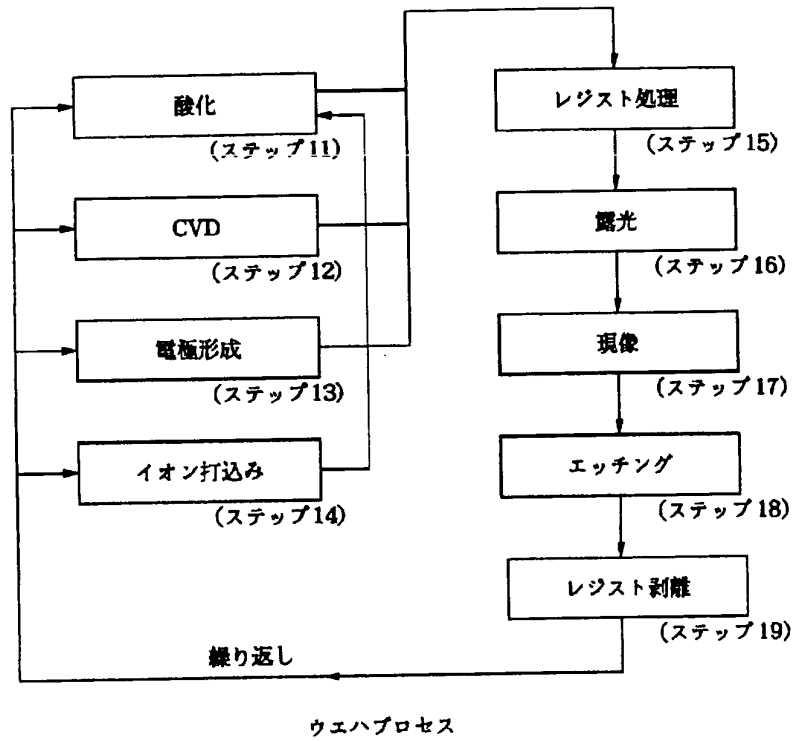


【図11】



デバイス製造フロー

【図12】



【図13】

